

# *Inteligencia geospacial:* **GEOINT**



*Escudo de la National Geospatial Intelligence Agency (NGA).*

**Ignacio Ugarte Goicuría**

*Comandante de artillería. Departamento de Ciencia Militar. AGM*

**Alberto García Martín**

*Doctor en Geografía. Profesor del Centro Universitario de la Defensa*

**M. Teresa Lamelas Gracia**

*Doctora en Geografía. Profesora del Centro Universitario de la Defensa*

Toda información, al geolocalizarla, adquiere un valor añadido. La mera ubicación espacial de un dato facilita en gran medida su relación con otros y, a partir de ahí, la toma de decisiones. Este concepto se ilustra perfectamente con un caso práctico: la epidemia de cólera de Londres en el año 1854. La coincidencia espacial de diversos hechos propició la toma de las medidas adecuadas para poner fin a aquella epidemia, que causó la muerte de decenas de miles de personas.

Los avances tecnológicos han propiciado que a día de hoy estos procesos se automaticen y se realicen considerando una enorme cantidad de información. En este contexto, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se erigen como una herramienta imprescindible para gestionar todo tipo de cartografía en formato digital, datos individuales georreferenciados e imágenes proporcionadas por la teledetección, permitiendo la correcta toma de decisiones considerando la información espacial disponible. Esto es aplicable en diferentes ámbitos. En el civil, es habitual su uso en la gestión administrativa y en la investigación y aplicación en líneas de trabajo propias de las ciencias ambientales, sociales y de la ingeniería. En el ámbito militar, la *National Geointelligence Agency* (NGA) norteamericana puso nombre a este proceso: Inteligencia Geoespacial (GEOINT). Su aplicación está generalizada en los países de la OTAN con las particularidades de cada uno con el fin último de facilitar la toma de decisiones en situaciones de riesgo a partir de información georreferenciada.

## Introducción

En el año 1854 la ciudad de Londres sufrió una devastadora epidemia de cólera. Decenas de miles de personas fallecieron como consecuencia de la misma. El hedor era tal que se pensaba que la epidemia se transmitía a través del aire.

Por aquel entonces, en Londres no había aún alcantarillado, lo que hacía que a lo largo de toda la ciudad se distribuyeran numerosos pozos negros, muchos de los cuales se encontraban desbordados. Ante esta situación y el aumento constante de la densidad de población, las autoridades de Londres autorizaron arrojar los desechos diarios directamente al agua del Támesis que era, precisamente, el origen que alimentaba las fuentes y pozos de agua que se distribuían por la ciudad para el consumo humano.

En la actualidad, conocemos que el cólera se transmite principalmente por agua no potable y alimentos contaminados con materia fecal humana que contenga la bacteria responsable de esta enfermedad. Pero en el Londres de mediados del siglo XIX el agua que llegaba a los hogares desde las fuentes podía discurrir junto a los pañales de un bebé que sufría vómitos y diarreas. Los cadáveres se apilaban sin control. No encontraban la forma de aislar el foco de la enfermedad.

El doctor John Snow, célebre por haber anes-  
tasiado a la reina Victoria durante el parto de su octavo hijo, y Henry Whitehead, un sacerdote de la iglesia del Soho, unieron sus talentos para poner fin a la tragedia. Juntos determinaron que la causante de la misma era el agua. A partir de ahí, la clave para la resolución del problema estuvo en la innovadora idea del doctor de plasmar sobre un callejero de la ciudad la ubicación de cada víctima. Sobre estos datos, empleando el



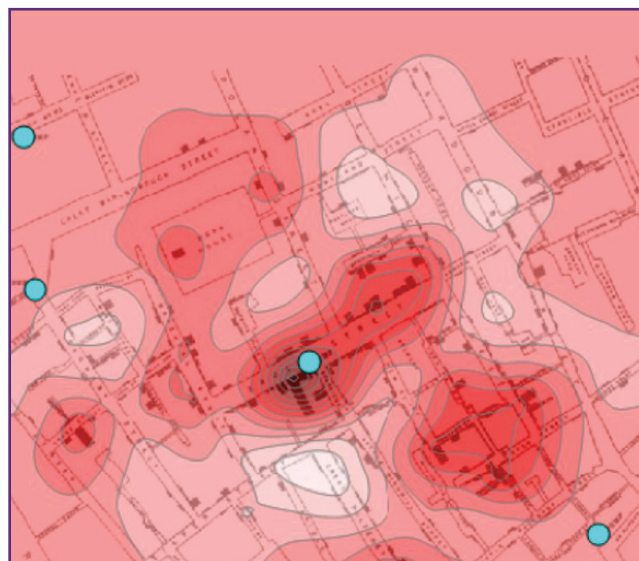
*Callejero de Londres con las ubicaciones de los fallecidos realizado por John Snow.*



*Réplica del pozo original de Broad Street.*

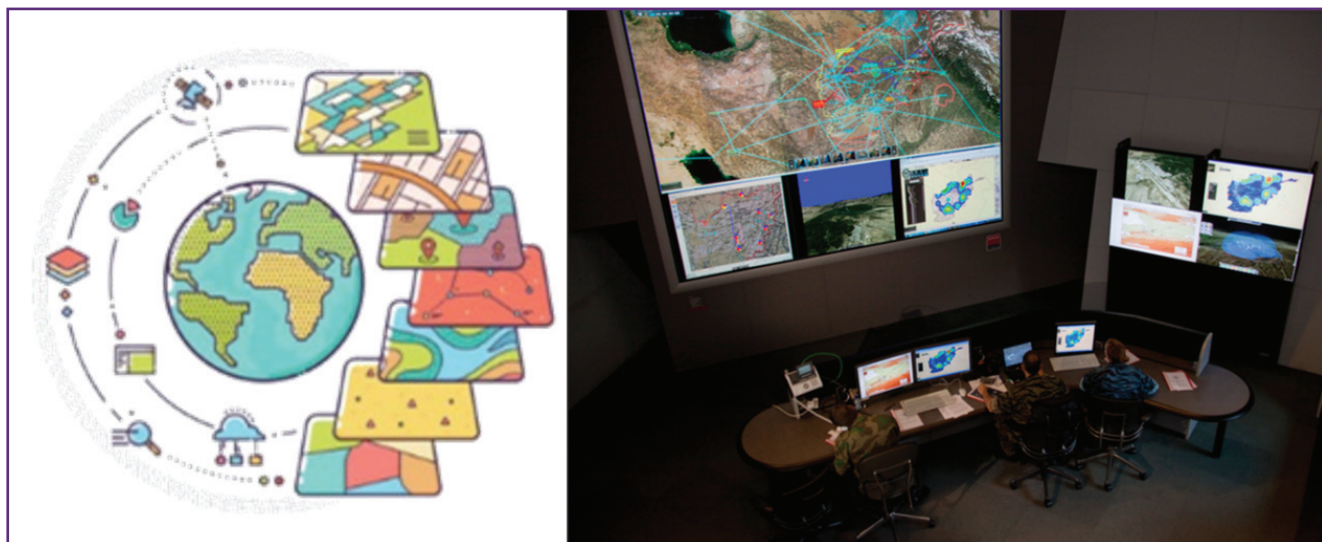
algoritmo de Kernel, calculó dónde se producía la mayor densidad de fallecidos, dado que este algoritmo permitía analizar dónde se producen los fallecidos y los de su inmediata vecindad. A continuación, sobre este mismo callejero, situó los pozos de agua. De esta forma resultó evidente que la mayor parte de las víctimas se encontraban en las proximidades del pozo de Broad Street. De una forma visual quedó evidente el foco de la epidemia. La clausura del pozo puso fin a la misma.

Éste está considerado como el primer caso de empleo de la inteligencia geoespacial.



*Superposición del resultado del algoritmo de Kernel y las ubicaciones de los pozos.*





*Los SIG permiten el manejo de la información geográfica en capas individuales, cada una de las cuales representa una información temática del mundo real que pueden combinarse para resolver un problema.*

## Los sistemas de información geográfica (SIG) y la teledetección

Desde aquel hito, el avance en los instrumentos y técnicas de obtención y representación de la información espacial a distintas escalas hizo que las metodologías de análisis de la información geográfica tradicionales fueran incapaces de abordar el volumen de información disponible. Éste era el principal problema de Roger F. Tomlinson, geógrafo y director del Departamento Federal de Silvicultura y Desarrollo Rural de Canadá, el segundo país más extenso del mundo, con una superficie casi veinte veces superior a la de España. Con objeto de superarlo, creo el *Canadian Geographic Information System* (CGIS), un sistema informatizado que era capaz de almacenar, analizar y manipular datos recogidos para el Inventario de Tierras de Canadá a una escala de 1:50.000, logrando obtener unos resultados en unas pocas horas que anteriormente necesitaban de algunas semanas. El video grabado por el Dr. Tomlinson para presentar el CGIS, titulado *Data For Decision* (disponible en Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=eAFG6aQTWPK>), supone un registro histórico magnífico que muestra la importancia que esta nueva tecnología suponía en la capacidad para tomar decisiones basadas en hechos espaciales. La posterior aparición del Laboratorio de Computación Gráfica y Análisis Espacial en la Universidad de Harvard (1964), que permitió el afianzamiento de los conceptos teóricos en el manejo de datos espaciales, la creación de empresas dedicadas a la creación y distribución de software SIG y la celebración del primer congreso de cartografía automática (*Auto-Carto 1*, en 1974) cierran esta primera etapa de nacimiento de los SIG, iniciándose una de crecimiento coincidente con la comercialización de software que permitía trabajar con esta tecnología de la información espacial, primero a ad-

ministraciones y grandes empresas y, conforme se generalizaban los ordenadores personales, a profesionales a pequeña escala.

Pero no hay que confundir un SIG con un simple programa informático, ya que éste es sólo un componente del mismo. Existen múltiples definiciones sobre qué es un SIG, pero las más aceptadas coinciden en señalar que es una tecnología que integra un conjunto de componentes y herramientas para capturar, almacenar, manipular, analizar y modelizar datos espacialmente georreferenciados que permiten la toma de decisiones. Así, un SIG, es un sistema compuesto por hardware, software, datos, procedimientos y agentes que permite dar respuesta a problemas de índole espacial.

La llegada de *Google Maps* en 2005 y la generalización de los Smartphone en la década de 2010 ha permitido a cualquier ciudadano comprobar la utilidad de los SIG en el día a día, convirtiéndose en una herramienta habitual para seleccionar la ruta óptima para cualquier desplazamiento y decidir, entre las múltiples opciones que aparecen en un entorno más o menos cercano, qué tienda, restaurante, servicio administrativo, etc. le interesa más en función de la distancia existente, de sus necesidades, de sus gustos, de su capacidad adquisitiva... Esto es posible gracias al auxilio de los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS por sus siglas en inglés) que en la actualidad consta de cuatro sistemas activos: el americano NAVSTAR-GPS, el ruso GLONASS, el europeo GALILEO y el chino BeiDou. En un perfil más profesional, los dos hitos más importantes de la etapa de expansión de los SIG en la que nos encontramos es la aparición de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE's) (en el caso de la Unión Europea, reguladas por la Directiva 2007/2/CE) y de software libre de gran calidad y capacidad (por ejemplo QGIS, gvSIG, etc.)

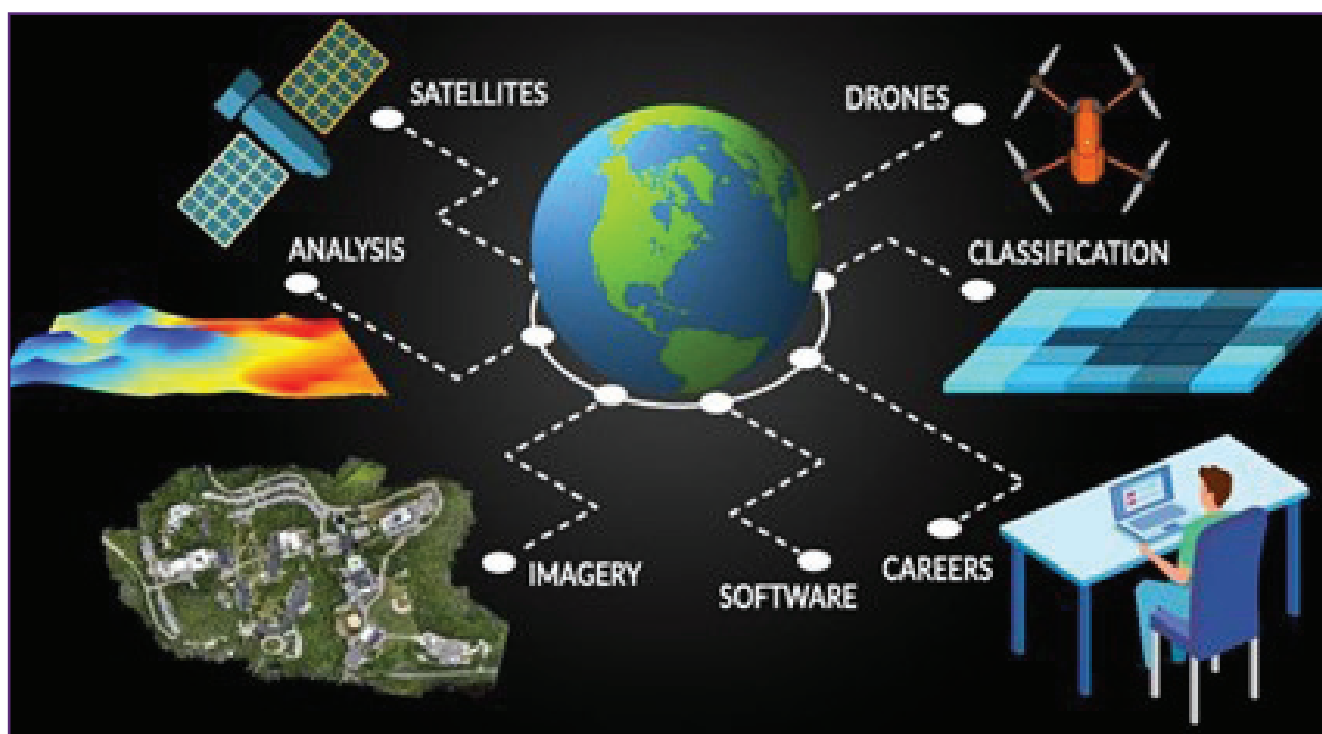
que permite hacer las mismas operaciones que el software propietario de las casas comerciales.

Por su parte, la teledetección es una técnica que permite adquirir imágenes de la superficie terrestre y marina desde sensores situados en plataformas móviles, principalmente en satélites espaciales, aviones y drones, o fijas. Esta disciplina integra tanto el conjunto de métodos que emplean la energía electromagnética como medio de detectar y medir las características de los objetos y superficies, como las técnicas necesarias para el tratamiento e interpretación de las imágenes captadas. Así, los inicios de la teledetección se sitúan con el empleo de las primeras cámaras fotográficas sobre globos aerostáticos en el siglo XIX, teniendo una rápida evolución con el desarrollo de la aviación y los medios de obtención de fotografía en la Primera y Segunda Guerra Mundial. En el año 1972, Agencia Espacial Americana (NASA, *National Aeronautics and Space Administration*) puso en órbita el primer satélite equipado con un sensor formador de imágenes, denominando *Earth Resources Technology Satellite* (ERTS), inaugurando la familia de satélites Landsat que todavía está activa en la actualidad con el Landsat-8. Con el paso de los años, las distintas agencias espaciales fueron desarrollando y lanzando satélites de observación portadores de sensores con resoluciones espaciales, espectrales, radiométricas, temporales y angulares más precisas.

Existen dos tipos de sensores formadores de imágenes: (i) los pasivos, caracterizados por detectar la radiación electromagnética emitida o reflejada que proviene de fuentes naturales, distinguiéndose dentro de estos entre fotográficos,

óptico-eléctricos y de antena; y (ii) los activos capaces de generar artificialmente la radiación electromagnética que después recogen, diferenciándose entre sensores *Radio Detection And Ranging* (RADAR) y *Light Detection and Ranging* (LiDAR). Estos sensores, como ya se ha referido, pueden estar embarcados en satélites, en aviones o en drones, siendo estas últimas plataformas las que mayor expectación han suscitado en los últimos años.

En la actualidad, España cuenta con el Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT) (<https://www.ign.es/web/plan-nacional-de-observacion-del-territorio>) que incluye: (i) el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), que tiene como objetivo la obtención de coberturas con vuelos fotogramétricos, obteniendo modelos digitales del terreno a partir de datos LiDAR y ortofotos digitales en color; (ii) el Plan Nacional de Teledetección (PNT), que incluye al satélite PAZ, creado por el Ministerio de Defensa y el entonces Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España para satisfacer los requisitos operativos de las Fuerzas Armadas Españolas respecto a las necesidades de observación. Para ello está equipado con un sensor RADAR en banda X de altas prestaciones que permite adquirir imágenes de alta resolución espacial (1 m) en cualquier parte del mundo, tanto de día como de noche, y en casi cualquier situación atmosférica; y, finalmente, (iii) el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España (SIOSE), una base de datos vectorial de ocupación del suelo para todo el territorio nacional.



*La teledetección integra el conjunto de métodos que permiten a partir del uso de la energía electromagnética la adquisición de imágenes desde sensores situados en diversas plataformas y las técnicas para su tratamiento e interpretación*

La propagación de los SIG y la teledetección en distintos campos de aplicación en el ámbito civil en las dos últimas décadas es paralela a su éxito comercial y especialización funcional. La gestión administrativa y la investigación en ciencias ambientales fueron las primeras ramas en tomar partido de la utilidad de los SIG para la toma de decisiones basada en datos espaciales, siendo algo posterior su implantación en las ciencias sociales. A modo ilustrativo se citan, a continuación, algunos de los ámbitos de aplicación actuales, señalando algunos ejemplos:

1. Gestión de recursos naturales y del medio ambiente: seguimiento de la contaminación, del tiempo y clima; inventario de recursos energéticos; conservación de especies y gestión de espacios naturales protegidos; estudios de paisaje; planificación hídrica; evaluación de impactos ambientales.
2. Agricultura: agricultura de precisión; planificación de riegos y usos del agua; espacialización de variables agroclimáticas; peritaciones e informes; control de plagas y enfermedades.
3. Comercio y servicios: análisis de localización de establecimientos; evaluación del potencial de mercado y áreas de influencia; estudios de accesibilidad.
4. Transportes y comunicaciones: planeamiento de infraestructuras; control de vehículos y flotas; determinación de rutas óptimas.
5. Planificación territorial y servicios públicos a varias escalas (nacional, autonómica, local): planificación espacial de equipamientos; catastro; ordenación urbana; estudios epidemiológicos; mantenimiento de infraestructuras.

## Inteligencia geospacial: GEOINT

El 11 de septiembre de 2002 junto con las Torres Gemelas se cayeron ciertos pilares de la sociedad norteamericana que parecían consolidados. Por primera vez en su historia, los Estados Unidos tuvieron que hacer frente a un enemigo que se encontraba dentro de sus propias fronteras. La situación requería una revisión completa de su sistema de Seguridad Nacional para averiguar qué era lo que había fallado. Las miradas se dirigieron inmediatamente hacia la Comunidad de Inteligencia (CI) como la principal culpable de no haber sabido anticipar lo que acabó sucediendo.

A partir de este momento se inició una revisión, no sólo de la CI, sino del propio proceso mediante el cual se obtiene esta inteligencia. Como consecuencia de esta revisión se tomaron ciertas medidas. A partir de ese momento, la producción de inteligencia, en lugar de centrarse en el propio ciclo de inteligencia, lo hizo en el objetivo de dicha inteligencia y en base a modelos que permitan prever la posible evolución de una situación determinada. En el ámbito de la información geográfica, en 2003, la *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA) se transformó en la

*National Geospatial-intelligence Agency* (NGA). Esto se debió a la aparición de un nuevo concepto: Inteligencia Geoespacial, más conocida como *Geospatial Intelligence* (GEOINT).

Este término se define en el título 10, sección 467 del *United States Code* como: "la explotación y análisis de imágenes e información geográfica para describir, evaluar, y representar visualmente características físicas y actividades geográficamente representadas sobre la tierra". Ya existían términos cuyas siglas finalizan en "INT", como HUMINT, OSINT, SIGINT, IMINT, etc... Sin embargo, en la descripción de ninguno de estos términos aparece el verbo "analizar". La inteligencia geoespacial no es sólo una más de las disciplinas de inteligencia, es la que une a las anteriores. Se alimenta

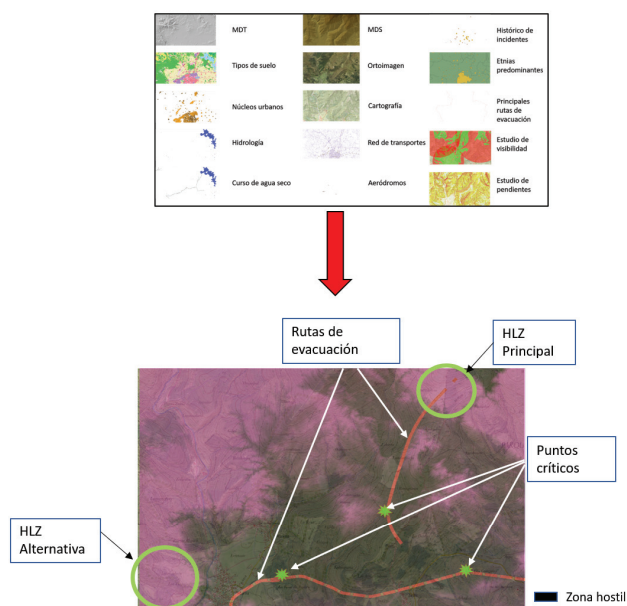


Escudo de la National Imagery and Mapping Agency (NIMA)



Escudo de la National Geoespatial Intelligence Agency (NGA).





#### Simulación de la obtención de un producto GEOINT

de sus datos, los georreferencia, los relaciona temporal y espacialmente y genera nuevos productos aprovechando todos los anteriores. Esto ayuda tanto a la toma de decisiones, como a la evaluación posterior del resultado. Tal y como se describe en la publicación conjunta 2-03 de los Estados Unidos, *Inteligencia Geoespacial en Operaciones Conjuntas* "La utilidad completa de GEOINT proviene de la integración y el uso de imágenes, IMINT e información geoespacial, lo que proporciona a los usuarios una perspectiva más completa, una comprensión y una conciencia multifuncional del entorno operativo".

En la práctica, este concepto se materializa en una información de una zona de estudio pro-

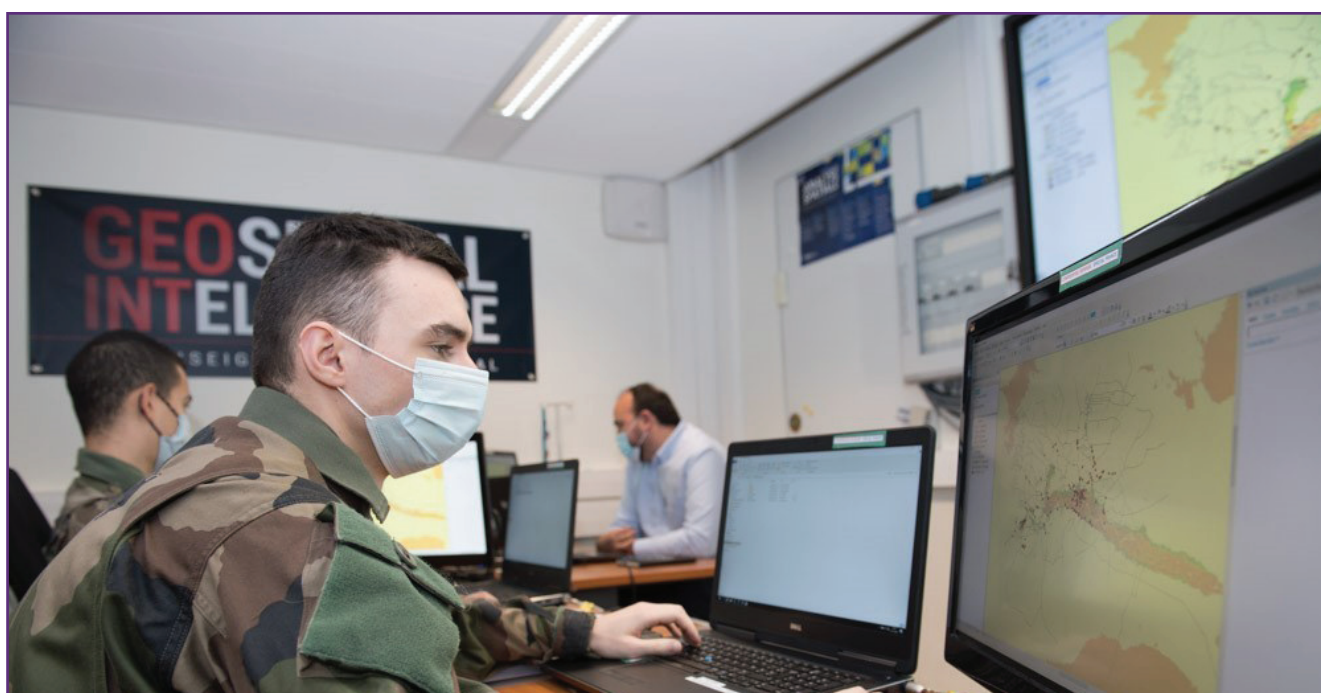
cedente, bien de imágenes, fundamentalmente obtenidas mediante satélite, bien de cualquier otra información, empezando por la cartográfica, con la que se alimentan los SIG. La información se organiza en capas y mediante la interacción ponderada entre éstas a través de herramientas de análisis se obtienen otras nuevas enriquecidas con las aportaciones de las anteriores.

Trasladando este proceso a un ejemplo didáctico, podría resultar algo similar a lo siguiente:

De una zona determinada en la cual se va a desarrollar una operación de limpieza de rutas, se tiene información organizada en capas relativa a:

- El tipo de cubierta de suelo, atendiendo al material geológico y vegetación, obtenido a partir de imágenes de satélite de diferentes sensores.
- El relieve, utilizando para ello un modelo digital del terreno (MDT), y de la altura de las superficies (MDS), que pueden ser derivados a partir de datos LiDAR.
- Vías de comunicación, tendidos eléctricos, hidrología, núcleos urbanos o distribución parcelaria, obtenida a partir de cartografía básica en formato digital previamente existente.
- Distribución de etnias, religiones o idiomas, a partir de la utilización de cartografía temática también en formato digital.
- Histórico de incidentes relacionados con artefactos explosivos improvisados (IED) en la zona recogido a partir de las coordenadas exactas mediante dispositivos GNSS.

A partir de esta información, se puede obtener un único mapa que mediante la simbología adecuada represente las zonas en las que el tipo de



Analista francés del Centre de Renseignement Géospatial Interarmées (CRGI)

suelo sea más arcilloso y, además, estén a contrapendiente y próximas a localidades cuya población sea mayoritariamente de una etnia conflictiva. Así mismo, se podrían identificar los tendidos eléctricos que podrían dificultar el apoyo de helicópteros para un posible MEDEVAC y plasmar el histórico de incidentes recientes, ponderados en función de su cercanía en el tiempo. Se podrían mostrar las rutas de escape o zonas de toma de helicópteros (HLZ) más adecuadas o la viabilidad de apoyo aéreo próximo (CAS) en función de diversos condicionantes e información a valorar en cuanto a la acústica o la visibilidad, ponderando adecuadamente el relieve, la vegetación, los edificios o cualquier otro aspecto que pudiera afectar. Serviría también para estimar el alcance de una crecida o corrimientos de tierras y estudiar así las posibles medidas a tomar.



*Escudo del NATO Intelligence Fusion Centre.*



*NATO Intelligence Fusion Centre, órgano responsable de GEOINT en la OTAN.*

## **GEOINT en el ámbito de la OTAN**

A la hora de aplicar este concepto en el ámbito de la Organización para el Tratado del Atlántico Norte (OTAN), nos encontramos con diferentes perspectivas. Si bien es cierto que esta Organización tiene su propia identidad, la forma en que cada país genere y aplique GEOINT no tiene por qué coincidir con la de ésta.

El organismo responsable en materia de inteligencia geoespacial en la OTAN es el NATO *Intelligence Fusion Centre* (NIFC). Está situado en Reino Unido y alcanzó su plena capacidad operativa en diciembre de 2007, culminando así su proceso de creación iniciado en noviembre de 2004 por el General James L. Jones, del Cuerpo de Marines de los Estados Unidos (USMC), Comandante Supremo Aliado en Europa (SACEUR) entre enero de 2003 y diciembre de 2006. Establece los procedimientos, fija protocolos, y genera los productos GEOINT en nombre de la OTAN.

Sin embargo, dentro de los países miembros existen diversas formas de afrontar la inteligencia geoespacial. Por un lado, están aquellos países, como Francia, que lo hacen orientados a un proyecto. Varios centros orientan sus servicios hacia un proyecto común y, en el caso del país galo, el Centre de Renseignement Géospatial Interarmées (CRGI) es el responsable de su coordinación.

Otros países, como Alemania, emplean un sistema distribuido. Esto quiere decir que la información fluye entre distintas organizaciones con distintas capacidades en sentido horizontal, de forma que los flujos de datos se enriquecen con las aportaciones de cada una de ellas. En el caso germano las principales son el Servicio Federal de Inteligencia (BND) junto con el Mando Estratégico de Vigilancia (KSA).

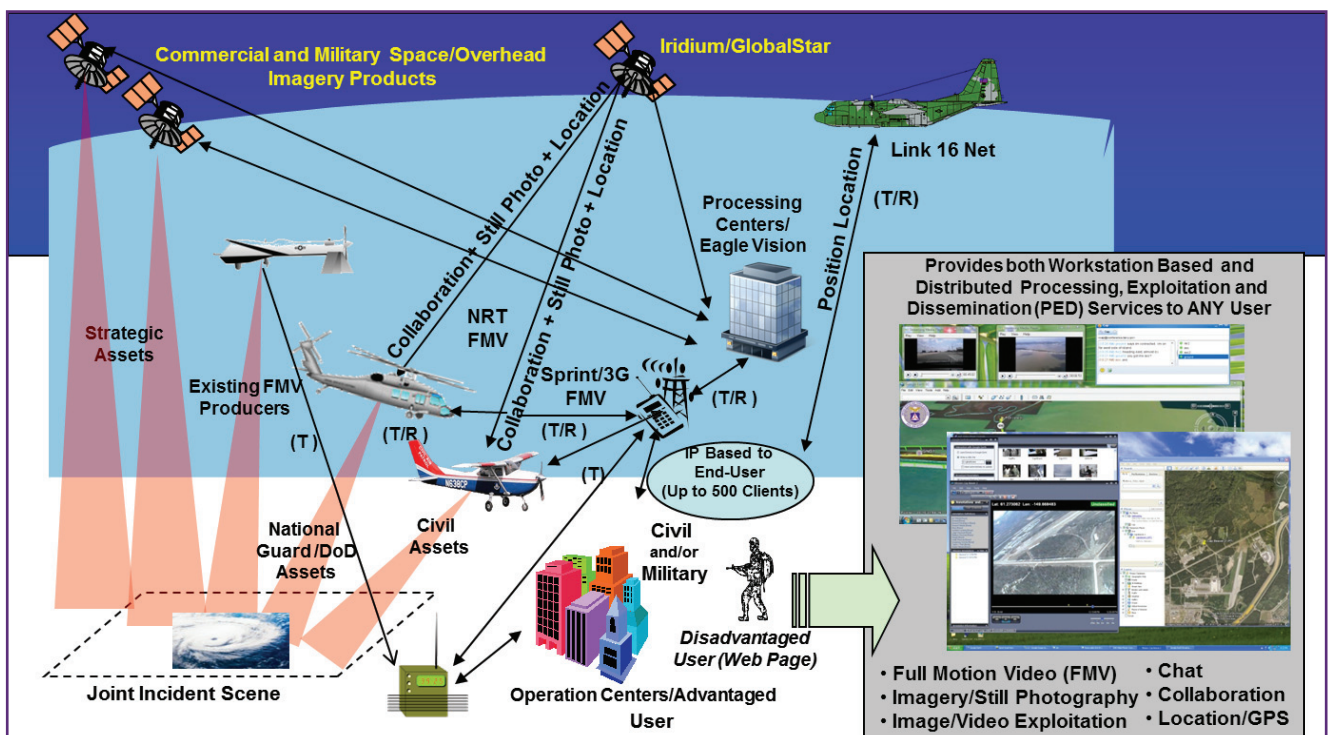




*Sede del Servicio Federal de Inteligencia germano (BND).*

En el caso de los Estados Unidos, el sistema empleado es el federado. Esto quiere decir que hay un órgano a nivel nacional que actúa como autoridad unificada en materia de GEOINT. Este es, lógicamente, la NGA, responsable precisamente de acuñar el término. Como ocurre en otros ám-

bitos, el peso de los Estados Unidos dentro de la OTAN es evidente, con lo que influye en la organización, quizá no siempre imponiendo plenamente su criterio, pero si al menos evitando discrepancias con sus propios intereses.



*Esquema orientativo de la interacción de diversas fuentes para la obtención de productos GEOINT*

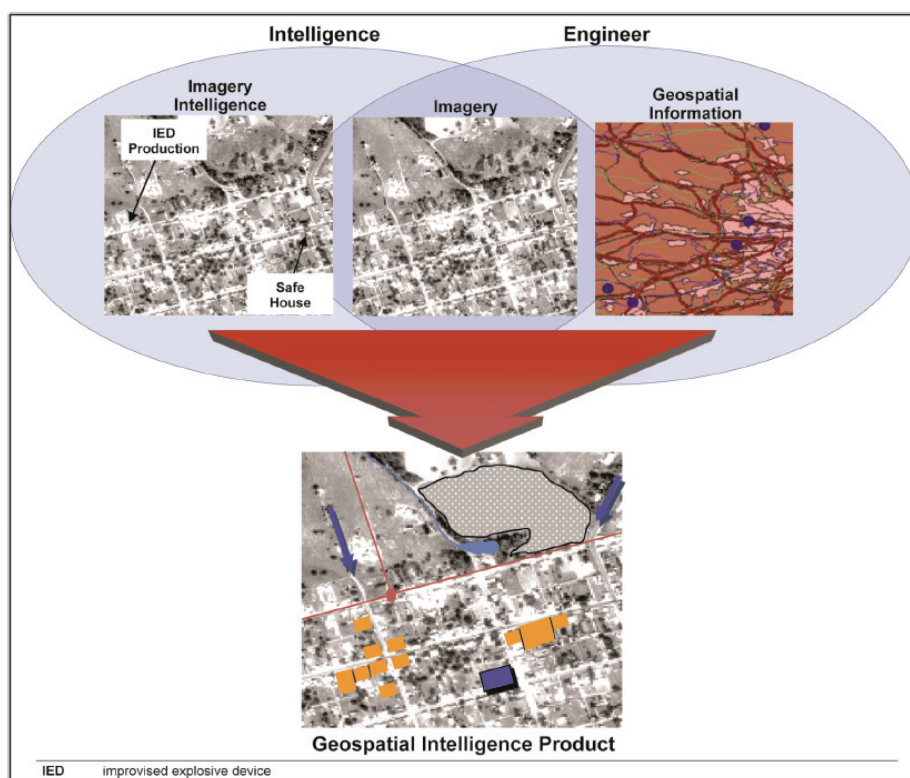


## Conclusiones

El valor añadido que adquiere la información al ser georreferenciada es indudable. Poder relacionar diferentes datos temporal y espacialmente, favorece el conocimiento del entorno. Una imagen vale más que mil palabras, y si, además, esta es el resultado de la unión de toda la información válida de que se dispone, independientemente de su fuente, proporcionará tal conocimiento del entorno que el proceso de toma de decisiones se reducirá y su fiabilidad aumentará

enormemente. El desarrollo de los SIG, la teledetección o los GNSS favorecen en gran medida este proceso, permitiendo, el análisis de los datos y la generación de nuevos productos que permiten aumentar el conocimiento de la situación.

Siguiendo la estela marcada por los Estados Unidos, no solo la OTAN, sino cada país a su manera, está tratando de mejorar este proceso, siendo conscientes de la importancia que tiene en el desarrollo de las operaciones.



Ejemplo de un proceso GEOINT

## Bibliografía

- Chuvieco, E. (2019). *Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el Espacio*. Digital Reasons. ISBN: 978-84-120315-4-6.
- Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J. y Rhind, D.W. (2015). *Geographic Information Science and Systems*. John Wiley & Sons Inc. ISBN: 978-1-119-03130-7.
- Moreno Jiménez, A. (2008). *Sistemas y análisis de la información geográfica*. RA-MA. ISBN: 978-84-7897-838-0.
- Olaya, V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. <http://volaya.github.io/libro-sig/>. ISBN: 978-1-71677-766-0.
- Calvo Melero, M., Palanques Salmerón, M.L. (2017). *Inteligencia de ubicación con sistemas de información geográfica*. Universidad del País Vasco. ISBN: 978-84-617-8399-1.
- Joint Chiefs of Staff (CJCS). *Joint Publication 2-03*. (2017). *Geospatial Intelligence in Joint Operations*.
- United States Geospatial Intelligence Foundation (2020). *2020 State and future of GEOINT*.
- R.M. Clark. (2019). *Intelligence analysis: a target-centric approach*. Georgetown University Press. ISBN: 9781544369143
- R.M. Clark. (2020). *Geospatial intelligence*. Georgetown University Press. ISBN: 9781647120108